

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-287583

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 1 1 B 19/00 5 0 1 G 1 1 B 19/00 5 0 1 H

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-64334
(22) 出願日 平成8年(1996)3月21日
(31) 優先権主張番号 4 2 1 2 7 1
(32) 優先日 1995年4月13日
(33) 優先権主張国 米国 (US)

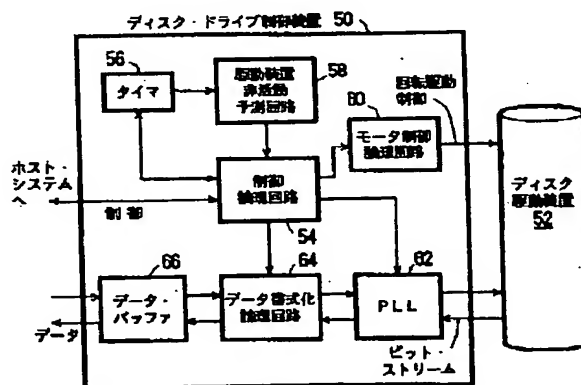
(71) 出願人 390009531
インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)
(72) 発明者 クリストス・ジョン・ゲオルギウ
アメリカ合衆国10605 ニューヨーク州ホ
ワイト・プレーンズ ノスバンド・アベニ
ュー 14 アパートメント6エイチ
(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク駆動装置の電力管理システムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】 ディスク駆動ユニットによる電力消費量を最適化するシステムおよび方法。

【解決手段】 このシステムおよび方法では、駆動装置非活動予測回路58が履歴使用データを監視分析し、予測非活動期間を計算する。予測非活動期間の信号を使用して、制御論理回路54は駆動装置52の回転速度を、1つまたは複数の中間回転速度のうちの第1の速度にまで低下させる。非活動状態が続くと、さらに速度が低下し、最終的には駆動装置の電源が切れる。駆動装置は、要求に応じて回転速度を増加させる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 a) ディスク駆動装置のアクセスの各発生を監視するステップと、

b) 前記ディスク駆動装置の各アクセスの合間の非活動期間の長さを測定するステップと、

c) 前記測定した非活動期間の長さに基づいて、前記測定した非活動期間の後の、次の非活動期間の長さを予測するステップと、

d) 前記次の非活動期間の前記予測した長さが所定の値よりも大きい場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を下げるステップとを含む、コンピュータのディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間中に電力を保存する方法。

【請求項2】 さらに、ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を上げるステップを含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を最大速度に上げるステップを含むことを特徴とする、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 さらに、測定した前記非活動期間が所定のしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の電力を遮断するステップを含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項5】 さらに、連続するアクセスのグループの一部でない読取り動作または書込み動作の終了時に、前記駆動装置の電力を遮断するステップを含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項6】 少なくとも1つの回転データ記憶媒体を含むディスク駆動装置と、

前記ディスク駆動装置からデータを読み取るまたは前記ディスク駆動装置にデータを書き込むために前記ディスク駆動装置にアクセスする手段と、

前記ディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間の長さを測定する手段と、

1つまたは複数の測定した前記非活動期間に従って、次の非活動期間の長さを予測する手段と、

前記次の非活動期間の予測した長さが所定の値よりも大きい場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を下げる手段とを含む、データ記憶システム。

【請求項7】 さらに、ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を最大速度に上げる手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】 さらに、前記ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を中間速度に上げる手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項9】 さらに、前記測定した非活動期間が所定の

しきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の電力を遮断する手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項10】 さらに、連続するアクセスのグループの一部でない読取り動作または書込み動作の終了時に、前記駆動装置の電力を遮断する手段を含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項11】 さらに、読み書きヘッドと、前記読み書きヘッドの読み書き動作を制御する制御手段と、

前記記憶媒体の回転を制御するモータ制御装置とを含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項12】 さらに、前記記憶媒体の回転を停止させる前に前記読み書きヘッドを退避させる手段を含むことを特徴とする、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】 さらに、前記記憶媒体の回転速度を変化させて前記記憶媒体からデータを読み取り、前記記憶媒体にデータを書き込む手段を含むことを特徴とする、請求項11に記載のシステム。

【請求項14】 前記回転速度を変化させて読取りおよび書込みを行う手段が、前記読み書きヘッドに結合された位相ロック・ループを含むことを特徴とする、請求項13に記載のシステム。

【請求項15】 前記予測手段が、

$$L_{n+1} = G_n + (L_n - \alpha D_n)$$

を計算する手段を含み、上式で、 L_{n+1} は次の非活動期間の予測長さ、 G_n は測定した現非活動期間の長さ、 L_n は前の予測非活動期間の長さ、 α はその駆動装置の適応経時係数であることを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

【請求項16】 さらに、制御回路に結合され、前記駆動装置の活動期間および非活動期間を測定する手段を含む、タイマを含むことを特徴とする、請求項15に記載のシステム。

【請求項17】 ディスク活動度が所定のレベルより高いとき、零よりも大きい第1の回転速度でディスク駆動装置を動作させるステップと、

前記ディスク活動度が所定のレベルより低い値であるとき、零よりも大きい第1の回転速度とは異なる、第2

の回転速度で前記ディスク駆動装置を動作させるステップとを含む、ディスク駆動装置を制御する方法。

【請求項18】 さらに、前記ディスク活動度がいつ所定のレベルまたはそれよりも低くなるかを予測し、前記ディスク活動度が所定のレベルまで低下する前に、中間回転速度で前記ディスク駆動装置を動作させるステップを含むことを特徴とする、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般に、コンピュータ・システムにおける電力の管理に関し、より詳細に

は、パーソナル・コンピュータにおけるディスク駆動装置の電力消費量に関する。

【0002】

【従来の技術】ラップトップ型コンピュータ・システムのディスク駆動装置は、動作時にかなりの量の電力を消費する。例えば、2.5インチ・ディスク駆動装置は、総システム電力の最大30%を消費し、1.8インチ駆動装置は、最大20%を消費する。ディスク駆動装置の電力消費量を減らすための従来技術の方法は、あるタイムアウト期間（一般に数分）後に駆動装置の電力を遮断し、システム活動が再開した時に駆動装置に電力を再投入するものである。しかしながら、（一般に、ディスク制御装置の外部のソフトウェアで実行される）この方法には、次のようないくつかの欠点がある。a) オフ状態のディスク駆動装置が一定速度に達するのにかなりの遅延時間がある（この遅延は、一般に数秒台であり、場合によっては、多くのユーザにとって容認できない遅延となる）。b) ディスク駆動装置をオフ状態から一定速度まで加速するのにかなりの電力が必要である（これにより、ディスク駆動装置の電力を遮断する利点が打ち消される）。c) 駆動装置の電力を頻繁に遮断し再投入することにより、駆動装置が故障する可能性が大きくなる。d) システムの活動度を検出する従来技術の方法では、ある一定の所定の「タイムアウト」期間が活動なしに経過するまで、駆動装置を高い電力消費率で動作させる必要があり、その後に駆動装置の電力を遮断する利点が打ち消される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】したがって、これらの欠点を考慮すれば、ディスク駆動装置の電力消費量を管理するよりよい方法が必要であることが明らかである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、コンピュータのディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間中に電力を保存する方法であって、a) ディスク駆動装置のアクセスの各発生を監視するステップと、b) 各ディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間の長さを測定するステップと、c) 測定した非活動期間の長さに基づいて、測定した非活動期間の後の、次の非活動期間の長さを予測するステップと、d) 次の非活動期間の予測した長さが所定の値よりも大きい場合に、ディスク駆動装置の回転速度を下げるステップとを含む。

【0005】本発明の1実施形態では、回転速度を段階的に低下させる。すなわち、必ずしも速度を完全に停止させる必要のない「スピンダウン」モードで行う。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明は、コンピュータのディスク駆動装置サブシステムにおいて電力を保存する新規のシステムおよび方法である。この方法は、ディスク駆動装置の回転速度をシステムの活動度の関数として変化さ

せるものである。ディスク駆動装置が消費する電力量は、駆動装置を回転させる速度と関係があることが周知である。しかし、従来技術のオン・オフ方法の代わりに、本方法では、多数の電力レベル状態を使用する。例えば、最高速度とオフの間の1つの中間状態として（最大速度の1/3程度の）低速を使用することができる。ディスク駆動装置は、最高速度で動作させる必要があることを示す活動度の動揺が検出されるまで、低速で、すなわち中間状態で動作させる。ディスクが非活動状態であることが分かると、駆動装置をオフ状態にする。追加の状態を含めることによって、回転速度をさらに細分化することができる。

【0007】本発明の重要な特徴は、多数の回転速度で、信頼性をもってデータをディスクに書き込みディスクから読み取ることができることである。これは、どんな速度でも信頼できるビット・パルスを生成する、磁気抵抗ヘッドの使用によって可能となった。ディスク制御装置は、多数のビット伝送速度に同期させるためのプログラマブル位相ロック・ループ（PLL）を含む。（プログラマブルPLLは、当業者には周知である。PLLは、W. C. リンドシー（Lindsey）およびC. M. チー（Chie）の論文「A Survey of Digital Phase-Locked Loops」、IEEE Proc. Vol. 69, pp. 410-431（1981年4月）、R. M. ヒックリング（Hickling）の論文「A Single Chip 2 Gbit/s Clock Recovery Subsystem for Digital Communications」、Proc. of RF Technology Expo, 88, Cardiff Publishing刊（米国カリフォルニア州アナハイム）、pp. 493-497（1988年2月10-12日）、S. ハオ（Hao）およびY. プーチャン（Puqiang）の論文「A High Lock-In Speed Digital Phase-Locked Loop」、IEEE Trans. of Comm. Vol. 39, No. 3, pp. 365-368（1991年3月）に詳細に記載されている。上記各論文を参照により本明細書に組み込む。）PLLの周波数を変化させ、それを再同期させるのに要する時間は、数マイクロ秒であり、これは、回転媒体の機械時定数と比較して非常に短い時間である。したがってPLLでは、速度変更動作時に目立った遅延が導入されない。

【0008】この方法の他の重要な要素は、ディスク駆動装置の活動度を検出または予測する手段、およびディスク駆動装置の回転速度を変化させるための方針である。活動度は、ディスクがアクセスされるたびにリセットされるタイマをディスク・ドライブ制御装置に設けることによって容易に監視できる。タイマの値は、回転速度の変更をいつ行うかを決定するアルゴリズムへの入力

として使用できる。活動度の予測は、データの大きいブロックをディスクとの間で転送するファイル・システムまたはディスク・キャッシュ・ソフトウェアに、活動度予測アルゴリズム（後で説明する）を組み込むことによって実施できる。

【0009】図1に、本発明のシステムの好ましい実施形態のブロック図を示す。このシステムは、ディスク駆動装置52の状態を制御するディスク・ドライブ制御装置50を含む。好ましい実施形態では、ディスク駆動装置は、IBM社が製造しているような磁気抵抗読み書きヘッドを備える。ディスク駆動装置は、故障の心配をなくするために、ディスクが停止する前にヘッドを安全に退避させるアクチュエータを使用することが好ましい。

【0010】ディスク・ドライブ制御装置は、以下に説明するようにプログラムされた、制御装置50の他の各種構成要素の動作を制御する、制御論理回路54を備える。タイマ56は、制御論理回路にタイミング情報を提供して、制御論理回路が、例えば、ディスクの現在の活動または非活動の持続時間、または特定の状態（例えば、ディスク速度）におけるディスク駆動装置の動作の持続時間を決定できるようにする。タイマは、データ転送の開始および停止またはディスク駆動装置の状態の変化を示す、制御論理回路からの信号によって動作する。

【0011】駆動装置非活動予測機構58は、タイマ56からタイミング信号を受信し、ディスクの現在の活動および非活動の持続時間を監視し、連続して更新される非活動予想信号を生成する。これらの予測を行う方法については、図1を参照して詳細に検討する。非活動予想信号は、制御論理回路54に提供され、電力消費量を最適化するために、ディスク駆動装置の状態の変化を管理するのに使用される。

【0012】制御論理回路54は、モータ制御論理回路60に状態変更命令を提供する。モータ制御論理回路60は、該当する場合、状態変更命令を、ディスク駆動装置52の回転速度を増減するための出力制御信号に変換する。適切なモータ制御論理回路は、制御論理回路54から受信したデジタル制御信号をアナログ・ディスク駆動装置モータ制御信号に変換できるものである。

$$L_{n+1} = G_n + (L_n - \alpha D_n)$$

上式で、 L_{n+1} は、次の非活動期間の予測長さ、 G_n は、現非活動期間の長さ、 L_n は、前の予測非活動期間の長さ、 α は、前の予測に与えられる重みを決定する適応経時係数、 D_n は、現活動期間の長さとの非活動期間の長さの和である。経時係数 α には、非活動予測プロセスが始まる前に、デフォルト経時係数が事前ロードされる。このデフォルト経時係数 α_0 は、様々なディスク駆動装置の活動パターンについて予測誤差が最小となるように、事前計算される。経時係数 α は、ロードされた後、動的に調整され、予測誤差の符号に応じて増減することができる。予測した非活動期間 L_{n+1} が実際の期間

*【0013】制御論理回路54はまた、回転速度を変化させてディスク駆動装置からデータを読み取り、ディスク駆動装置にデータを書き込むことができるように、プログラブル位相ロック・ループ（PLL）62にビット伝送速度命令を提供する。PLLには、データ・フォーマット化論理（DFL）回路64も結合されている。DFL回路は、PLL62によってディスク駆動装置から読み取られるデータを、ホスト・プロセッサへ転送するのに適した形にフォーマットする。DFL回路はまた、プロセッサからのデータを、ディスク駆動装置に書き込むために必要に応じてフォーマットする。具体的には、DFLは、ディスクに書き込む前にデータのブロックをレコードに分割し、誤り検出用のCRCコードをレコードに追加し、かつディスク上に書き込まれるフォーマットにデータを符号化する。データ・バッファ66は、ホスト・プロセッサからのデータおよびホスト・プロセッサ向けのデータを緩衝する。

【0014】制御論理回路54はまた、コンピュータ・システムのホスト・プロセッサ（図示せず）と両方向に結合されている。ホスト・プロセッサは、ディスクに書き込まれる特定のデータ、DMAセットアップ用のホスト・メモリ内のアドレス、データ転送を実行するための種々の制御信号などの情報を制御論理回路に提供する。

【0015】本発明の1実施形態では、制御論理回路54によって実行されるアルゴリズムは、簡単なものである。例えば、非活動時間の固定しきい値を使用して、ディスク駆動装置からのデータの読取りおよびディスク駆動装置へのデータの書き込みを続けながら、回転速度を次に低い状態に下げる。しかしながら、好ましい実施形態では、アルゴリズムは、駆動装置の活動履歴を考慮に入れてより精巧にすることができる。例えば、米国特許第5355366号（参照により本明細書に組み込む）に開示されている方式を使用することにより、適応無限インパルス応答フィルタ（IIR）に基づいて、非活動予測アルゴリズムを実施することができる。この方式によれば、ディスク制御装置タイマ56によって示される現在の非活動期間と前の予測から、次の非活動期間の予測長さが次のように決定される。

$$(1)$$

40 よりも長い場合、 α の値は増加する。同様に、 L_{n+1} が実際の期間よりも短い場合、 α の値は減少する。

【0016】 L_{n+1} の予測値を使用して、駆動装置を異なる状態に切り換えるかどうか、すなわち、回転速度を調整するかどうかを決定する。ディスク活動度が高い間、 L_{n+1} は小さいままであり、回転速度を下げることはできない。 L_{n+1} の値が大きいと、最近の活動度が低かったことを示し、かつ近い将来に活動が起こる可能性はないことを示す。 L_{n+1} の値がこのように大きいと、ディスク駆動装置の回転速度の低下がトリガされる。 L_{n+1} の値がある大きい所定の値よりも大きい場合、ディ

スク・モータへの電力を零に切り下げて、ディスクを速度制限なしに自由に回転させ、さらに電力を節約することができる。ディスクがこのように「スピンドアウン」している間に、ディスクにデータをシークする要求が出されたときは、モータは、遅い回転速度のうちの1つに速度を上げるだけである。同時に、ディスクのアクセスは、一般に群をなして発生するので、予測アルゴリズムは、その予測をより短い値にリセットする。それが最高のディスク性能を得るのに望ましいと考えられる場合、ソフトウェアからの制御の下で、速度をスピンドアウンから最高速度に戻すように、ディスクの特性を設定することができる。

【0017】ディスク駆動装置が現在その最大速度よりも低い速度で動作中であり、かつ高い活動度が予測されまたはそれに遭遇している場合、ディスク駆動装置の速度は増加する。同様に、非活動期間が長く続いている場合（すなわち、期間がしきい期間よりも大きい場合）、ディスク駆動装置は完全に電力を遮断される。

【0018】ディスク駆動装置の活動度の監視および回転速度の変更は、関連する活動時間が数秒程度であるので、ディスク・ドライブ制御装置内のマイクロコードによって実施することが好ましい。図2に、本発明の上記の機能を実施するための好ましい予測アルゴリズムの流れ図による実施形態を示す。制御装置上の読取り専用メモリ内のドライバ・ソフトウェア中で予測アルゴリズムが実施できることが当業者には理解されるであろう。

【0019】図2のアルゴリズムは、次のように進行する。手順はブロック2から始まる。ブロック4で、 D_n と L_n の値が0に初期設定され、履歴活動情報（ L_n ）または現活動情報（ D_n ）が知られていないことを示す。ブロック6で、現非活動情報の追跡を予期して現非活動期間を初期設定するために、 G_n （現非活動）が0に設定される。次に、ブロック8で、ディスク駆動装置が「活動」状態であるかどうか、すなわち、データが現在駆動装置に書き込まれまたは駆動装置から読み取られているかどうか判定する。駆動装置が活動状態でない場合、ブロック10で、非活動期間を追跡するために G_n を増分する。ブロック10の出力は、判断ブロック8に戻り、駆動装置が非活動状態である限り、 G_n の値は引き続き増分される。したがって、 G_n の値は、非活動期間の持続時間に比例する。駆動装置が活動状態になると、プロセスは判断ブロック8からブロック12に進み、そこで変数 D_n が G_n に等しく設定される。前述したように、 D_n は、現活動期間の長さ（この時点では0）と前の非活動期間の長さ（この時点では G_n ）の和である。判断ブロック14で、駆動装置が活動状態であるかどうか再び判定する。駆動装置がまだ活動状態であれば、ブロック16で D_n を増分する。ブロック16の出力がブロック14に戻るの、駆動装置が活動状態のままである限り、変数 D_n は引き続き増分される。駆動装

置の活動が停止した場合、ブロック18で値（ $L_n - \alpha D_n$ ）を計算する。前記で論じたように、 α は適応経時係数である。ブロック20で、ブロック18で計算した値に G_n を加算して、 L_{n+1} の値を得る（式（1））。各活動期間の後で、ブロック22で L_{n+1} の値を L_n に等しく設定し、この L_n の値をブロック6の入力に供給することによって、 L_{n+1} の値を更新する。したがって、この対話式手順により、履歴ディスク活動情報を使用して、予測非活動持続時間を正確に決定することができる。

【0020】上記のことに加えて、他の技法を使用して、電力消費量をさらに小さくすることができる。活動が起こらない時間間隔は電力が浪費された期間であるので、他の方針を使用して、このデフォルト（タイムアウト値は0と考えることができる）がオーバーライドされない限り、各データ・フェッチの完了後に駆動装置をオフにまたは「スピンドアウン」を開始することによって、この浪費を減らすことができる。零タイムアウトをオーバーライドする1つの手段は、フェッチ・コマンドに「フェッチ後続行」と「フェッチ後終了」の2つのフレーバをもたせることである。第1の種類のフェッチの後には、駆動装置は活動状態のままである。第2の種類のフェッチの後には、ディスク・モータの電力が遮断される。ディスクが徐々に減速する場合、モータの速度を有効活動速度に戻す際に生じる遅延が、モータが完全に停止した場合に生じる遅延よりも小さくなり、またモータの速度を動作速度に戻すための電力が減少する。図3に、この特徴による節約の例を、シーク動作の合間の時間の関数として示す。この種類の方針は、ソフトウェアで、例えば、ディスク・ファイル・キャッシュまたはファイル・システム自体において、最も効果的に実施される。

【0021】最後に、データの使用を予期して、メモリ・キャッシュにデータを探させるためにいくつかの高性能プロセッサで使用される「タッチ」コマンドを一般化して、電力節減のために回転媒体とともに使用することができる。本発明者等は、ファイル・キャッシュが、低電力を得るために積極的に管理されるディスク駆動装置から最善の性能を得る方法は、モータを起動するため、初めの「seek but don't bother to read」コマンドで各アクセス・シーケンスを開始し、その後「フェッチ後続行」要求を行い、最後のデータに対する「フェッチ後終了」要求でプロセスを終了することを提案する。これらのコマンドは、ホスト・プロセッサにより制御バスを介して制御装置50に発行される。したがって、（読取り／書き込みに付随するコードによって示されるような）連続するアクセスのグループの一部ではない読取り／書き込みの終了時に、駆動装置を遅い回転状態に変更する（かつその状態に維持する）かまたは電力を遮断することができる。本発明の好ましい実施形態では、プログラ

マブルPLLは、最高速度と0の間の1つまたは複数の増分速度で動作できることに留意されたい。ディスク駆動装置の減速中に読取り/書込み要求が発生すると、駆動装置の速度は、現在の速度に最も近い許容できる中間速度を得ようとし、PLLがそれに応じて調整を行う。

【0022】ディスクが減速するとき、スピンドウンを開始してから経過した時間からその速度の上限を推定することができる。この推定値を使用して、最も近い許容速度を見つける。そのチャンネルを通る読取りヘッドからのデータ信号の強度が、所望の速度への収束度の尺度として使用される。

【0023】データに対する最後の要求から長時間が経過した場合、ハード駆動装置はその速度を徐々に失うので、さらに1秒または数秒程度の加速時間が生じる。対話式システムでは、加速時間(数秒程度)は対話式サービス(一般に数分程度)に対する要求の間に経過した時間の一部として感知されるので、これにより感知される性能が低下することはない。また、ディスクがスピンドウンする際にPLL62および活動速度を低い値にリセットすることにより、読取りの再開に必要な時間とエネルギーを、ディスク・ファイルが必要とする最大(停止から最高速度までの)遅延および電力よりも小さい値に保つことができる。これは、性能のトレードオフ(データ転送速度とエネルギー消費量のどちらをとるか)であり、(設定がクライアント・システムであるかサーバー・システムであるかに応じて)装置のセットアップ時に行うことができ、また専用アプリケーションにおいてまたは最新式のオペレーティング・システムにおいて実施されるような電力管理サブシステムによって使用中に管理することもできる。

【0024】好ましい実施形態では、ディスク駆動装置は、以下の方針で動作する。アクセスの合間の予測間隔(L_{n+1})が最後のアクセス以降の実際の時間 t よりも大きい場合、ディスク駆動装置のモータの電力を遮断して、次に低い許容回転速度までスピンドウンさせる。経過した時間 t が約 $2L_{n+1}$ よりも大きい場合、引き続き駆動装置をスピンドウンさせる。1つの低い速度状態で動作中であり、予測間隔が現在の実際の間隔よりも低下した場合、駆動装置の速度を次の状態まで増加させる。駆動装置が自由スピンドウン状態にあり、読取り/書込み要求が発生した場合、通常の方針は、次の許容レベルまで速度を上げるものである。この次のレベルが最大レベルでない場合は、それ以上の加速が必要であるかどうか判定するために、 L_{n+1} を監視する。「ホット」方針、すなわち予測したアクセス・ボリュームが高い場合は、ディスクの速度を最高速度に増加する必要がある。

【0025】次に、図3を参照すると、本発明のディスク駆動装置電力管理技法では、従来の方針と比較してかなり電力が節約できることが分かる。破線は、従来技術のシステムで使用されるプリセットされた「タイムアウト」電力低下間隔を表す。例えば、線206は、48秒の時間枠を使用するシステムによって長時間に消費される平均電力を表す。本発明を使用するシステムで消費される平均電力は、曲線200で示されるように、かなり小さいことが分かる。

【0026】本発明をその好ましい実施形態に関して詳細に説明してきたが、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、開示した実施形態に修正を加えることができることが当業者には理解されよう。

【0027】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0028】(1) a) ディスク駆動装置のアクセスの各発生を監視するステップと、

b) 前記ディスク駆動装置の各アクセスの合間の非活動期間の長さを測定するステップと、

c) 前記測定した非活動期間の長さに基づいて、前記測定した非活動期間の後の、次の非活動期間の長さを予測するステップと、

d) 前記次の非活動期間の前記予測した長さが所定の値よりも大きい場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を下げるステップとを含む、コンピュータのディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間中に電力を保存する方法。

(2) さらに、ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を上げるステップを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(3) 前記ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を最大速度に上げるステップを含むことを特徴とする、上記

(2)に記載の方法。

(4) さらに、測定した前記非活動期間が所定のしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の電力を遮断するステップを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(5) さらに、連続するアクセスのグループの一部でない読取り動作または書込み動作の終了時に、前記駆動装置の電力を遮断するステップを含むことを特徴とする、上記(1)に記載の方法。

(6) 少なくとも1つの回転データ記憶媒体を含むディスク駆動装置と、前記ディスク駆動装置からデータを読み取るまたは前記ディスク駆動装置にデータを書き込むために前記ディスク駆動装置にアクセスする手段と、前記ディスク駆動装置のアクセスの合間の非活動期間の長さを測定する手段と、1つまたは複数の測定した前記非活動期間に従って、次の非活動期間の長さを予測する手段と、前記次の非活動期間の予測した長さが所定の値よりも大きい場合に、前記ディスク駆動装置の回転速度を下げる手段とを含む、データ記憶システム。

(7) さらに、ディスク・アクセス活動度がしきい値を

超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を最大速度に上げる手段を含むことを特徴とする、上記(6)に記載のシステム。

(8)さらに、前記ディスク・アクセス活動度がしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の前記回転速度を中間速度に上げる手段を含むことを特徴とする、上記(6)に記載のシステム。

(9)さらに、前記測定した非活動期間が所定のしきい値を超えた場合に、前記ディスク駆動装置の電力を遮断する手段を含むことを特徴とする、上記(6)に記載のシステム。

(10)さらに、連続するアクセスのグループの一部でない読取り動作または書き込み動作の終了時に、前記駆動装置の電力を遮断する手段を含むことを特徴とする、上記(6)に記載のシステム。

(11)さらに、読み書きヘッドと、前記読み書きヘッドの読み書き動作を制御する制御手段と、前記記憶媒体の回転を制御するモータ制御装置とを含むことを特徴とする、上記(6)に記載のシステム。

(12)さらに、前記記憶媒体の回転を停止させる前に前記読み書きヘッドを退避させる手段を含むことを特徴とする、上記(11)に記載のシステム。

(13)さらに、前記記憶媒体の回転速度を変化させて前記記憶媒体からデータを読み取り、前記記憶媒体にデータを書き込む手段を含むことを特徴とする、上記(11)に記載のシステム。

(14)前記回転速度を変化させて読取りおよび書き込みを行う手段が、前記読み書きヘッドに結合された位相ロック・ループを含むことを特徴とする、上記(13)に記載のシステム。

(15)前記予測手段が、

$$L_{n+1} = G_n + (L_n - \alpha D_n)$$

を計算する手段を含み、上式で、 L_{n+1} は次の非活動期間の予測長さ、 G_n は測定した現非活動期間の長さ、 L_n は前の予測非活動期間の長さ、 α はその駆動装置の適応経時係数であることを特徴とする、上記(6)に記載の

システム。

(16)さらに、制御回路に結合され、前記駆動装置の活動期間および非活動期間を測定する手段を含む、タイマを含むことを特徴とする、上記(15)に記載のシステム。

(17)ディスク活動度が所定のレベルより高いとき、零よりも大きい第1の回転速度でディスク駆動装置を動作させるステップと、前記ディスク活動度が所定のレベルより低い値であるとき、零よりも大きい第1の回転速度とは異なる、第2の回転速度で前記ディスク駆動装置を動作させるステップとを含む、ディスク駆動装置を制御する方法。

(18)さらに、前記ディスク活動度がいつ所定のレベルまたはそれよりも低くなるかを予測し、前記ディスク活動度が所定のレベルまで低下する前に、中間回転速度で前記ディスク駆動装置を動作させるステップを含むことを特徴とする、上記(12)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるシステムの好ましい実施形態のブロック図である。

【図2】本発明の方法を説明する流れ図である。

【図3】電力管理について、本発明のシステムおよび方法の1実施形態の電力消費量と、従来の電力管理技術の従来の消費量とを比較して、使用電力をシーク間隔に対してプロットしたグラフである。

【符号の説明】

50 ディスク・ドライブ制御装置

52 ディスク駆動装置

54 制御論理回路

30 56 タイマ

58 駆動装置非活動予測機構

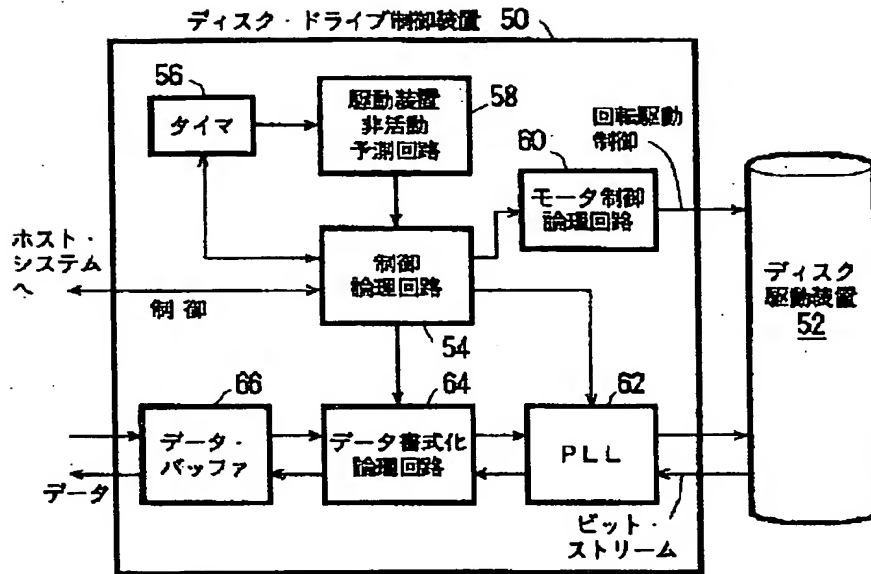
60 モータ制御論理回路

62 位相ロック・ループ(PLL)

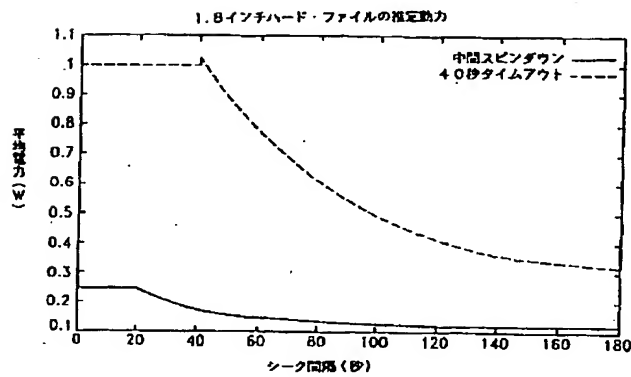
64 データ・フォーマット化論理(DFL)回路

66 データ・バッファ

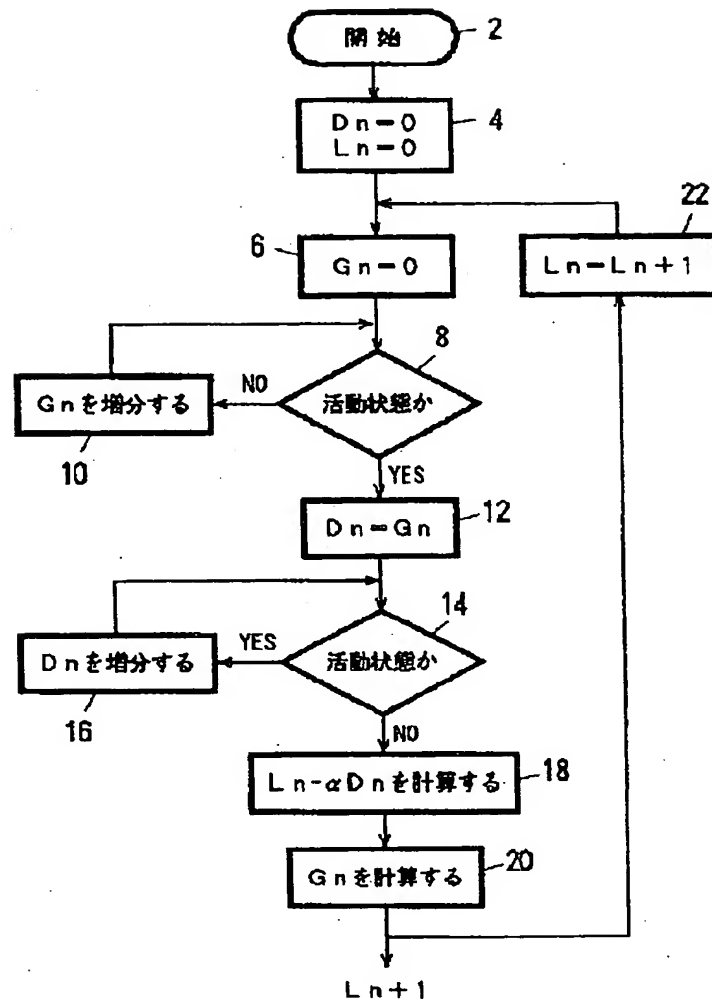
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 エドワード・スコット・フィッツバトリック
 アメリカ合衆国10520 ニューヨーク州ク
 ロトン・オン・ハドソン グランド・スト
 リート 320

BEST AVAILABLE COPY